

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM
12. AUGUST 1942

REICHSPATENTAMT
PATENTSCHRIFT

№ 723 828

KLASSE 47h GRUPPE 18

W 93371 XII/47h

Dr.-Ing. Otto Waltz in Ludwigshafen, Rhein
Turbomechanisches Getriebe

Patentiert im Deutschen Reich vom 3. Januar 1934 an
Patenterteilung bekanntgemacht am 2. Juli 1942

Es sind Vereinigungen von Flüssigkeitsgetrieben und Planetengetrieben verschiedener Art bekannt. Bei den einen von diesen bekannten Einrichtungen sind das Flüssigkeits- und das Planetengetriebe hintereinandergeschaltet, so daß die zu übertragende Leistung zuerst durch das eine und dann durch das andere geleitet wird, bei den anderen (neben-einandergeschaltet) wird nur ein Teil der Leistung durch das Flüssigkeitsgetriebe, der andere durch die Zahnräder übertragen. Das Flüssigkeitsgetriebe kann dabei ein Verdrängergetriebe oder ein Strömungsgetriebe sein. Bei letzterem sind neben Vereinigungen von Planetengetrieben und Strömungskupplungen auch solche von Planetengetrieben und Strömungsgetrieben mit Momentenwandlung bekannt. Eine bekannte aus Planetenrädergetriebe und Strömungsgetriebe mit Momentenwandlung bestehende Vereinigung zeigt z. B. folgenden Aufbau: Der Antriebsmotor treibt den Planetenräderträger des Kegelraderumlaufgetriebes an; das eine Sonnenrad ist mit dem Pumpenrad, das andere mit dem Turbinenrad des Strömungsgetriebes und der getriebenen Welle verbunden.

Durch alle bekannten Anordnungen wird bezweckt, einen Teil der Leistung durch das Planetengetriebe zu übertragen, um somit durch Verkleinerung des Strömungsgetriebes eine Verbesserung des Wirkungsgrades zu erreichen.

Bei den bekannten Vereinigungen von Planetengetrieben und Flüssigkeitsgetrieben mit Drehmomentwandlung ist aber bisher nicht beachtet worden, daß die Antriebsdrehzahl des Gesamtgetriebes nicht mehr mit der Primärdrehzahl des Flüssigkeitsgetriebes gleichbedeutend ist, sondern durch das Planetengetriebe verändert wird. Entsprechend wird wegen der Abhängigkeit des Primärmomentes von der Primärdrehzahl auch die Primärmomentencharakteristik verändert.

Für den Antrieb durch Verbrennungsmotoren, insbesondere für den Antrieb von Fahrzeugen, ist konstantes Antriebsmoment des Getriebes erwünscht. Soll nämlich die gegebene Nennleistung des Motors bei jeder Übersetzung voll ausgenutzt werden, so muß der Motor in allen Betriebspunkten des Flüssigkeitsgetriebes mit seiner Nenndrehzahl laufen können, d. h. das Primärmoment des Flüssigkeitsgetriebes muß unabhängig von der Sekundärdrehzahl konstant gleich dem normalen Drehmoment des Motors sein.

Die Erfindung erstreckt sich nun auf die bekannte Vereinigung von Planetengetriebe und Strömungsgetriebe mit Drehmomentwandlung, bei welcher der Antriebsmotor auf eine Welle des Planetengetriebes treibt, dessen beide anderen Wellen mit Pumpe bzw. Turbine des Turbowandlers verbunden sind. Die Erfindung besteht darin, daß die Übersetzung im Planetengetriebe und die Anschlüsse an

das Planetengetriebe so auf die Momentencharakteristik des Flüssigkeitsgetriebes abgestimmt werden, daß bei Änderungen der Abtriebsdrehzahl des ganzen Getriebes sowohl die Drehzahl als auch das Moment der Antriebswelle des vorgeschalteten Planetengetriebes und damit des Antriebsmotors im wesentlichen ungefähr konstant bleiben. Das kann, um ein rechnerisch einfaches Beispiel zu nennen, etwa in der Weise erfolgen, daß bei einem Flüssigkeitsgetriebe, in welchem sich bei konstanter Primärdrehzahl und bei einer Änderung des Verhältnisses Sekundärdrehzahl zu Primärdrehzahl von 0 bis 1, das Primärmoment etwa von 4 auf 1 ändert, wie an sich bekannt, die Motorwelle mit einem Sonnenrad, die Turbinenwelle mit dem anderen Sonnenrad und die Pumpenwelle mit dem Planetenträger eines einfachen Kegelräderplanetengetriebes verbunden sind, in welchem die Drehzahl des Planetenträgers gleich dem arithmetischen Mittel aus den Drehzahlen der beiden Sonnenräder ist.

Die Beschreibung des Erfindungsgedankens möge an Hand der Abb. 1 erfolgen; der Verlauf der Primärmomentcharakteristik des Flüssigkeitsgetriebes, die dem Beispiel zugrunde gelegt werden soll, möge der Kurve *a* in Abb. 3 entsprechen, die also für konstante Primärdrehzahl des Strömungsgetriebes gilt.

Vom Motor wird das Rad 1 eines Planetengetriebes mit der Drehzahl n_1 angetrieben. Das Rad 2 sitzt auf der Abtriebswelle, deren Drehzahl mit n_s bezeichnet wird. Der Steg, der die Planetenräder 3 trägt, ist mit der Primärschaukelung *P* des Flüssigkeitsgetriebes verbunden; seine Drehzahl ist $= n_p$. Das Turbinenrad *T* sitzt fest auf der Sekundärwelle; der Leitapparat stützt sich nach außen gegen feststehende Teile ab.

Die Wirkungsweise ist die folgende: Der Motor laufe mit konstanter Drehzahl n_1 . Bei feststehender Sekundärseite des Strömungsgetriebes ($n_s = 0$ vor dem Anfahren) ist $n_p = \frac{1}{2} n_1$, da die Winkelgeschwindigkeit des Steges bei dem gewählten Beispiel gleich der halben Winkelgeschwindigkeit des Rades 1 ist. Beginnt nun die Sekundärwelle sich unter der Wirkung des am Sekundärrad erzeugten Drehmomentes zu drehen, so nimmt die Drehzahl des Steges n_p ebenfalls zu, obwohl die Motordrehzahl n_1 konstant bleibt. Bei immer weiter wachsendem n_s wird schließlich der Zustand erreicht, wo $n_p = n_s = n_1$ wird.

Das Flüssigkeitsgetriebe wird also nicht mehr mit konstanter Primärdrehzahl angetrieben, sondern mit veränderlicher, und zwar derart, daß mit wachsendem n_s , wobei die Primärmomentencharakteristik des Getriebes einen starken Abfall zeigt (Abb. 3, Kurve *a*),

die Antriebsdrehzahl vergrößert wird. Dabei läuft, wie gesagt, der Motor stets mit konstanter Drehzahl n_1 . Fällt bei der als Beispiel gewählten Primärmomentencharakteristik für konstante Antriebsdrehzahl nach Abb. 3, Kurve *a*, das Primärmoment M_p zwischen $n_s = 0$ und $n_s = n_1$ auf $\frac{1}{4}$ seines Wertes im Punkt $n_s = 0$ ab, so steht diesem Abfall des Momentes bei der Anordnung gemäß vorliegender Erfindung jetzt ein Anstieg der Primärdrehzahl n_p auf das Doppelte ihres Wertes für $n_s = 0$ gegenüber, und die Primärmomentaufnahme des Strömungsgetriebes, mit dem Quadrat der Primärdrehzahl aus der Primärmomentencharakteristik umgerechnet, bleibt in Wirklichkeit konstant.

Dies gilt zunächst für die beiden Betriebspunkte $n_s = 0$ und $n_s = n_p$. Wenn aber, wie in Abb. 3, Kurve *a*, die Primärmomentencharakteristik mit wachsender Sekundärdrehzahl stetig abfällt, so wird es sich, da die Primärdrehzahl stetig ansteigt, durch geeignetes Abstimmen dieser beiden Veränderlichen gegeneinander erreichen lassen, daß das reduzierte Primärmoment für jede beliebige Sekundärdrehzahl ungefähr konstant bleibt.

Es bleibt nun noch zu beweisen, daß dann auch das vom Motor aufzubringende Moment M_1 konstant bleibt. Betrachtet man das Rad 3 (Abb. 1), so wirkt an seinem Umfang auf der linken Seite die Umfangskraft, die dem Motormoment M_1 entspricht; auf der rechten Seite stützt es sich mit derselben Kraft an dem Umfang des Rades 2 ab. Die in der Mittellinie des Rades 3 auftretende Kraft, die dem Moment M_p entspricht, hält den beiden Umfangskräften das Gleichgewicht, ist also doppelt so groß als eine von ihnen. Da die Radien für die Drehmomente gleich sind, so ist auch $M_p = 2 M_1$. Bleibt nun M_p im ganzen Bereich der Sekundärdrehzahlen zwischen $n_s = 0$ und $n_s = n_p$ konstant, so gilt dies auch für das Motormoment M_1 .

Würde nun in Abweichung des vorstehend besprochenen Beispiels ein Flüssigkeitsgetriebe vorliegen, bei dem die Primärmomentencharakteristik zwischen $n_s = 0$ und $n_s = n_1$ auf die Hälfte des für $n_s = 0$ geltenden Wertes abfällt, so müßte sich zur Erzielung einer konstanten Primärmomentaufnahme die Primärdrehzahl n_p auf das 2fache $= 1,4$ fache ihres für $n_s = 0$ geltenden Wertes erhöhen. Es ist ersichtlich, daß diese Forderung durch entsprechende Wahl der Übersetzungsverhältnisse des Planetengetriebes leicht erfüllt werden kann. In derselben Weise lassen sich für jede entsprechend stetig abfallende Primärmomentencharakteristik Übersetzungsverhältnisse des Planetengetriebes finden, mit denen

eine konstante Primärmomentenaufnahme des Flüssigkeitsgetriebes erreicht werden kann.

Aus konstruktiven oder irgendwelchen sonstigen Gründen kann es manchmal zweckmäßig sein, die drei Elemente des Planetengetriebes (Räder 1, 2 und 3 in Abb. 1) nicht in der in Abb. 1 dargestellten Weise dem Motor, dem Primärteil und Sekundärteil des Strömungsgetriebes zuzuordnen, sondern statt dessen z. B. den Steg des Planetengetriebes durch den Motor anzutreiben und dabei das Rad 1 des Planetengetriebes mit dem Primärteil und Rad 2 mit dem Sekundärteil zu verbinden. In ähnlicher Weise lassen sich verschiedene derartige Kombinationen denken.

Würde man bei dem Beispiel der Abb. 1, dem eine Primärmomentencharakteristik nach Abb. 3, Kurve *a*, zugrunde gelegt ist, den Steg des Planetengetriebes vom Motor antreiben lassen und dafür den Primärteil des Strömungsgetriebes mit dem Rad 1 und den Sekundärteil mit Rad 2 verbinden, ohne im übrigen irgendetwas zu ändern, so würde die Primärmomentenaufnahme selbstverständlich nicht mehr konstant sein. In diesem Falle müßten dann die Übersetzungsverhältnisse des Planetengetriebes entsprechend abgeändert werden, um wieder konstante Primärmomentenaufnahme und damit volle Ausnutzung des Motors zu verwirklichen. Bei geeigneter Wahl der Übersetzung des Planetengetriebes ist man jedenfalls in der Zuordnung seiner drei Elemente zu den übrigen Gliedern des antreibenden Aggregats völlig frei.

Im vorstehenden ist gezeigt worden, wie sich für Flüssigkeitsgetriebe mit über der Sekundärdrehzahl abfallender Primärmomentencharakteristik durch die Kombination gemäß vorliegender Erfindung eine konstante Primärmomentenaufnahme des Flüssigkeitsgetriebes für den ganzen Bereich der Sekundärdrehzahlen zwischen $n_s = 0$ und $n_s = n_p$ erzielen läßt. In entsprechender Weise kann diese Aufgabe auch für Flüssigkeitsgetriebe mit ansteigender Primärmomentencharakteristik durch die gleiche Kombination gelöst werden. Steigt die Primärmomentencharakteristik über der Sekundärdrehzahl in der Weise an, wie es Abb. 3, Kurve *b*, zeigt, so muß man dafür sorgen, daß die Primärdrehzahl n_p in entsprechender Weise zwischen $n_s = 0$ und $n_s = n_p$ abfällt. Man kommt dabei dann zu Anordnungen, wie sie Abb. 2 zeigt, oder aber man muß, wie schon auseinandergesetzt wurde, in einer Anordnung nach Abb. 1 gegenüber dem dort Gezeichneten die Übersetzung des Planetengetriebes ändern.

Diese Übersetzung kann man sich grundsätzlich sowohl ins Schnelle wie ins Langsame mit oder ohne Drehrichtungsumkehr vorstellen. Die Zahl der Möglichkeiten, die verschiedensten Übersetzungsverhältnisse mit passenden Primärmomentencharakteristiken von Flüssigkeitsgetrieben wirksam zu kombinieren, ist sehr groß.

Das Getriebeaggregat gemäß vorliegender Erfindung kann insbesondere für den Fahrzeugantrieb in bekannter Weise mit mechanischer Durchkupplung eingerichtet werden, indem beispielsweise bei Anordnungen entsprechend Abb. 2 zwischen Steg und Motorwelle oder zwischen Steg und Abtriebswelle oder auch zwischen Motor- und Abtriebswelle eine ausrückbare Kupplung eingebaut wird. In diesem Falle ist der Leitapparat des Strömungsgetriebes über ein Freilaufgesperre gegen feststehende Teile abzustützen, damit er sich bei starrer Durchkupplung frei mitdrehen kann.

Für Getriebeaggregate gemäß vorliegender Erfindung, insbesondere wenn sie häufig harten Stößen ausgesetzt sind, wie sie z. B. beim Betrieb von Fahrzeugen fast nie zu vermeiden sind, kann es zweckmäßig sein, die Elemente des Planetengetriebes nicht unmittelbar mit dem Motor bzw. der Abtriebswelle zu verbinden, sondern mittelbar unter Zwischenschaltung von mehr oder weniger elastischen, schwingungsdämpfenden Kupplungsgliedern bekannter Art.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Aus einem Turbodrehmomentwandler und einem Planetengetriebe zusammengesetztes Verbundgetriebe, bei welchem der Antriebsmotor auf eine Welle des Planetengetriebes treibt, dessen beide anderen Wellen mit Pumpe bzw. Turbine des Turbowandlers verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Übersetzung im Planetengetriebe und die Anschlüsse an das Planetengetriebe so auf die Momentencharakteristik des Turbowandlers abgestimmt sind, daß bei Änderung der Abtriebsdrehzahl des ganzen Verbundgetriebes sowohl die Drehzahl als auch das Moment der Abtriebswelle des Planetengetriebes und damit des Antriebsmotors im wesentlichen konstant bleiben.

2. Verbundgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen zwei von den drei Elementen des Planetengetriebes eine ausrückbare, mechanische Kupplung angeordnet ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

BERLIN. GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI

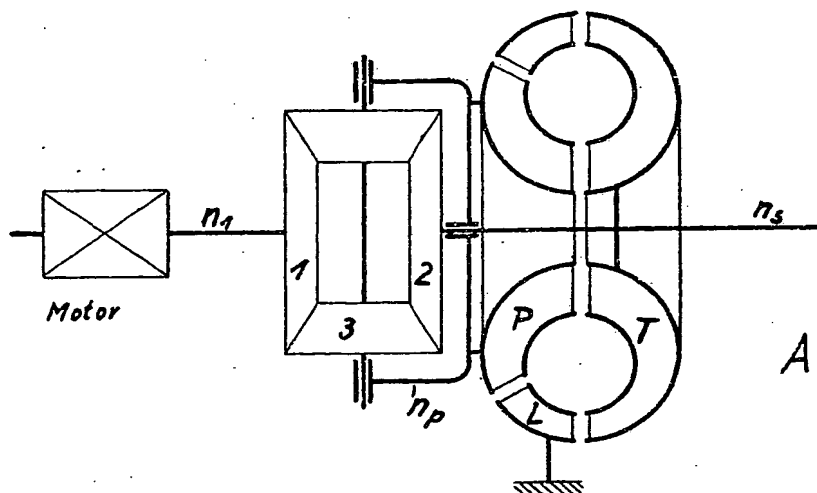


Abb. 1.

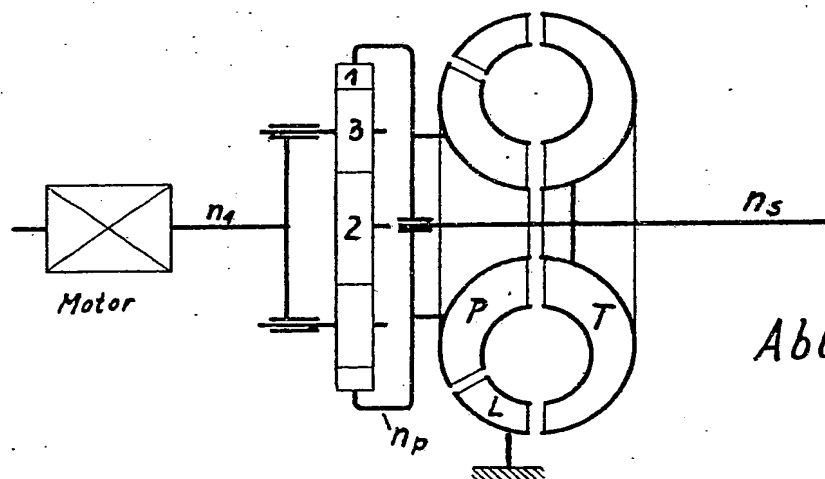


Abb. 2.

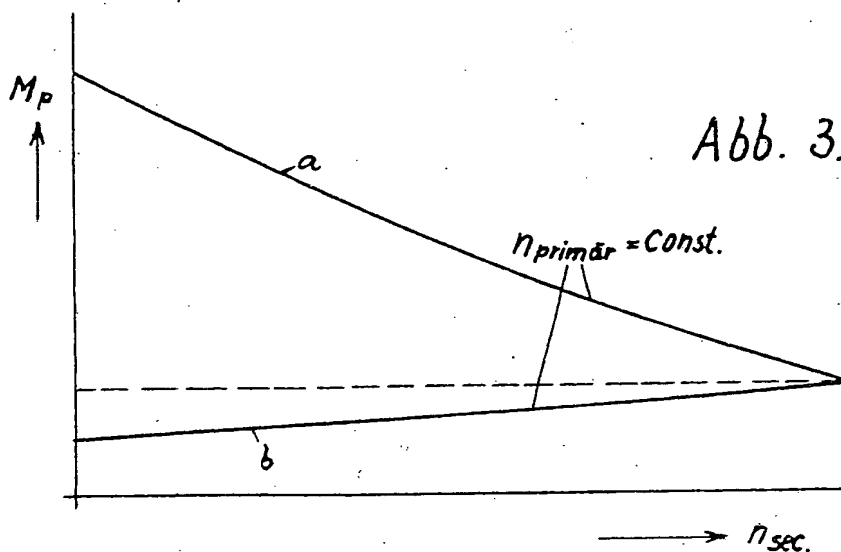


Abb. 3.